

Henryk GĘBCZYŃSKI

Instytut Transportu
Politechniki ŚląskiejWYBRANE ZAGADNIENIA ZUŻYCIA I REGENERACJI
KOLEJOWYCH ZESTAWÓW KOŁOWYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono przebieg procesu zużycia elementów zestawów kołowych eksploatowanych na liniach kolejowych dużych zakładów przemysłowych. Analiza dotychczasowych metod regeneracji profilu była niezbędna w celu wykazania istnienia tzw. nieuzasadnionego zużycia technologicznego oraz sposobów jego wyeliminowania.

Śród wielu form zużycia wyróżnia się zużycie naturalne obręczy lub wieńca koła monoblokowego wywołane działaniem sił tarcia oraz defekty powierzchni będące skutkiem działania określonych rodzajów obciążeń. Z eksploatacyjnego punktu widzenia szczególnie istotne znaczenie ma dokładne rozpoznanie procesu zużycia naturalnego, który można podzielić na dwie fazy różniące się między sobą intensywnością [1].

W początkowym okresie eksploatacji zestawu kołowego występuje tzw. zużycie intensywne elementów zarysu obręczy lub koła monoblokowego. Po osiągnięciu określonego stopnia dopasowania w układzie koło-szyna oraz utwierdzenia powierzchni elementów zarysu zewnętrznego intensywność zużycia spada osiągając poziom drugiej fazy nazywanej zużyciem umiarkowanym. Na zużycie powierzchni tocznej niewątpliwym wpływ ma proces hamowania realizowany szczególnie w zakładach przemysłowych, nieco inaczej niż wymagają tego określone dokumenty PKP. Chodzi tutaj o hamowanie składów o masie 2 i więcej tysięcy ton tylko za pomocą układu hamulcowego pojazdu trakcyjnego. Doświadczenie eksploatacyjne wykazuje, że podstawową przyczyną zużycia są poślizgi w płaszczyźnie równoległej i prostopadłej do osi toru, pełzanie metalu oraz poślizgi powstałe w rezultacie obrotu wózka wokół osi pionowej. Zużycie to jest funkcjonalnie zależne od wartości luzów w układzie zawieszenia, różnic średnic kręgów tocznych kół zestawu kołowego i rośnie wraz ze wzrostem ich wartości.

Dla małych prędkości jazdy charakterystyczne jest zwiększenie zużycia obrzeża koła prowadzącego zestaw w łuku. Przy dużych prędkościach jazdy znaczne wartości sił oddziałujących w łuku na koło zewnętrzne powoduje, że poślizgi realizuje wewnętrzne koło zestawu. Przyczyny wywołujące taki

lub inny przebieg procesu zużycia obręczy winny być uwzględniane przy projektowaniu i technicznej realizacji zagadnień związanych z regeneracją elementów profilu zestawów kołowych.

Zużycie i regeneracja profilu zestawów kołowych

Z punktu widzenia regeneracji, obręcz należy rozpatrywać jako obiekt jednorazowego wykorzystania umożliwiającą okresowe odnowienie profilu. Odnowianie to wykonywane jest po przejechaniu przez zestaw kołowy określonej liczby kilometrów. Dla celów statystyki planowania i analiz wyróżnia się średni przebieg między kolejnymi odnowieniami oraz średni przebieg do skasowania. W pierwszym przypadku miarą granicznego stanu obręczy jest zużycie elementów profilu, a w drugim zmniejszenie jej grubości w płaszczyźnie kręgu tocznego.

Odległość czasowa między kolejnymi odnowieniami zależy od warunków eksploatacji, złożoności planu i profilu linii, warunków klimatycznych i środowiskowych, poziomu utrzymania taboru, szczególnie trakcyjnego, realizowanych wartości współczynnika wykorzystania mocy i współczynnika tarcia oraz techniki realizacji przewozów. Dla pojazdów trakcyjnych eksploatowanych w przemyśle, o złożonym planie, liniach kolejowych tzw. technologicznych zużycie materiału obręczy w czasie regeneracji jest duże, ponieważ w tym przypadku graniczny stan obręczy określa stopień zużycia obrzeża.

Regeneracja obrzeża dokonywana jest kosztem materiału powierzchni tocznej, a zużycie technologiczne jest tym większe im większy jest kąt nachylenia obrzeża. Zużycie technologiczne nie występuje jeśli przy zużyciu powierzchni tocznej rzędu 4 mm zużycie obrzeża nie przekracza 1,4 mm. Konieczność regeneracji profilu obręczy realizowanej metodą skrawania, w rezultacie znacznego zużycia technologicznego, około 6-8 razy skraca projektowany, oparty na czysto eksploatacyjnym zużyciu, okres użytkowania obręczy.

Wyjątkowo duży wpływ na wartość przebiegu między kolejnymi regeneracjami obręczy ma liczba łuków w torze oraz sposób wykorzystania pojazdu trakcyjnego. I tak przy ciągnięciu składu wagonów intensywność zużycia obrzeży prowadzących zestawów kołowych zmniejsza się średnio o 10-12(%), a zużycie powierzchni tocznej o 15-16(%) w porównaniu do zużycia w czasie pchania składu. Jednocześnie zmniejszeniu ulega o 10-12(%) intensywność zużycia powierzchni bocznej główki szyny.

Zużycie obręczy zależy również w znacznym stopniu od rodzaju zastosowanego do jej wykonania materiału. Stosowane obecnie gatunki stali są rozwiązaniem kompromisowym między zmieniającymi się przeciwnie charakterystykami określającymi podatność na zużycie termiczne i odporność na zużycie mechaniczne [3].

Dla stali węglowych bez dodatków uszlachetniających zwiększenie zawartości węgla powoduje wzrost odporności na zużycie mechaniczne lecz z równoczesnym wzrostem podatności na zużycie termiczne i odwrotnie. Właściwe określenie okresu eksploatacji obręczy wymaga więc sprecyzowania funkcji zużycia obrzeża oraz funkcji zużycia powierzchni tocznej.

Dla taboru trakcyjnego eksploatowanego w warunkach transportu przemysłowego charakterystyczne jest tzw. zużycie niesymetryczne o większej intensywności średniej części boku obrzeża. Największa intensywność obserwowana jest w początkowym okresie eksploatacji nowego profilu, kiedy to osiąga ono wartość około 1,8 mm za dwa miesiące eksploatacji przy zużyciu powierzchni tocznej rzędu 0,5-0,55 mm. Ciśnienie w punkcie styku obrzeża z główką szyny osiąga wtedy wartości 3100-3400 MPa i przekracza znacznie granicę pełzania materiału obręczy. Zasadniczymi przyczynami zużycia są w tym okresie zgniatanie oraz wyrwanie cząsteczek metalu.

Kolejne dwa miesiące eksploatacji charakteryzują się zmniejszeniem zużycia obrzeża do 1 mm i wzrostem zużycia powierzchni tocznej do 1,5 mm. Ciśnienie w punkcie styku obrzeża przemieszczającego się w stronę stopy spada do wartości granicy pełzania materiału obręczy. Jednocześnie znacznie wzrasta twardość zewnętrznej warstwy materiału boku obrzeża, a głębokie wyrwanie cząstek metalu zostaje zahamowane. W okresie kolejnych czterech miesięcy zużycie spada do wartości 0,5-0,55 mm za dwa miesiące. Jest to skutek przesunięcia się strefy styku na stopę obrzeża i przejście na styk jednopunktowy.

Następne dwa miesiące, to dalszy spadek intensywności zużycia do 0,25 mm. Ta intensywność zużycia nie ulega zmianie lub ma tendencję do dalszego zmniejszania się w miarę wzrostu zużycia powierzchni tocznej koła.

Po przejściu na jednopunktowy styk, ciśnienie w strefie stopy obrzeża nieco wzrasta nie wywołując zauważalnej zmiany intensywności zużycia, co można objaśnić tym, że zużywa się ona w rezultacie tarcia toczenia z nieznacznymi poślizgami.

Z przedstawionej analizy wynika, że celowe jest przedekspluatacyjne utwardzanie boku oraz stopy obrzeża, a więc elementów profilu najbardziej podatnych na intensywne zużycie naturalne. Intensywność tę można znacznie zmniejszyć po zastosowaniu smarowania w płaszczyźnie styku obrzeża z główką szyny.

Powierzchnia toczna oddawanych do regeneracji obręczy zestawów kołowych charakteryzuje się znaczną twardością wywołaną zmianami struktury materiału pod wpływem sił występujących w układzie koło-szyňa podczas eksploatacji.

Obróbka tak twardych powierzchni konwencjonalnymi sposobami wywołuje powstawanie w narzędziu skrawającym oraz elementach konstrukcyjnych obrabiarek znacznych sił dynamicznych wywołujących ich szybkie zużycie.

Z tego powodu stosowana obecnie technologia regeneracji profilu obręczy zestawów kołowych zakłada, bez względu na potrzebę, wgłębianie się narzędzia skrawającego w materiał na głębokość większą od grubości warstwy utwardzonej.

W rezultacie z elementów profilu zdejmujemy, nie zawsze zasadnie, eksploatacyjnie przydatną utwardzoną warstwę metalu otrzymując w rezultacie zregenerowaną powierzchnię podatną na intensywne naturalne zużycie w początkowym okresie eksploatacji.

Wśród wielu rozwiązań mających na celu zmniejszenie technologicznie nieuzasadnionego zużycia, równego średnio 3-4 mm na jedną regenerację, zwraca uwagę propozycja przywracania warstwie wierzchniej elementów profilu obręczy pierwotnych, przedeksploatacyjnych charakterystyk twardości. Uzyskanie takiego stanu w rezultacie wielostopniowego odpuszczania ułatwia przebieg procesu regeneracji, zmniejsza zużycie narzędzia skrawającego oraz elementów maszyn i umożliwia, co najważniejsze, zdejmowanie warstwy metalu o grubości technologicznie niezbędnej [2].

Rozwiązanie to należy jednak zaliczyć do rozwiązań połowicznych ponieważ prowadzi do pełnego zniszczenia eksploatacyjnie użytecznej warstwy utwardzonej.

Zagadnienie regeneracji profilu powierzchni tocznej bez całkowitego zniszczenia warstwy utwardzonej nabiera znaczenia w miarę wzrostu dopuszczalnych prędkości jazdy, które wymagają zmniejszenia wartości dopuszczalnego zużycia, a więc zwiększenia częstotliwości odnowy profilu.

Rozwiązania należy szukać np. w zmodernizowanym stanowisku regeneracji z odpuszczaniem umożliwiającym, po uprzednim dozbrowieniu w energochłonne urządzenia, ponowne utwardzenie obrabianych powierzchni lub w opracowaniu takiej technologii regeneracji, która umożliwiając wyeliminowanie technologicznie nieuzasadnionego zużycia pozwoli na zachowanie warstwy materiału utwardzonego.

Nie jest to zadanie łatwe i z zachowaniem konwencjonalnych sposobów regeneracji prawie niewykonalne, tym bardziej że nowe gatunki stali obręczowej charakteryzują się zwiększoną skłonnością do głębokiego przenikania warstwy utwardzonej, a nowe materiały na narzędzia skrawające nie zmieniły charakteru ich zużycia [3].

Przewiduje się, że nowa technologia, której pomysł już istnieje pozwoli na jednoczesne osiągnięcie kilku celów, do których należy przede wszystkim zaliczyć: wyeliminowanie technologicznie nieuzasadnionego zużycia materiału obręczy, uzyskanie dużej dokładności wymiarowej regeneracji przy równoczesnym radykalnym zmniejszeniu obciążeń dynamicznych elementów obrabiarki umożliwiających zmniejszenie jej masy.

Po dokładnym rozeznaniu i praktycznym sprawdzeniu informacja o założeniach nowej technologii zostanie opublikowana.

Podsumowanie

Analiza form zużycia oraz realizowanych sposobów regeneracji profilu kolejowych zestawów kołowych wykorzystana została w celu uzasadnienia konieczności podjęcia prac nad nowymi niekonwencjonalnymi sposobami przywracania powierzchni tocznej kół formy przewidzianej w Polskich Normach.

LITERATURA

- [1] International Railway Journal, nr 10, 1984.
- [2] Kurasow D.A.: Powyszenie dołgowieczności bandażej koliosnych par podwiżnogo sostawa. Transport, Moskwa 1981.
- [3] Maszniew M.M. i in.: Nowyj metod periodiczeskogo wosstanowlenia profiła powierchnostej katania koliosnych par posle odżiga ich pri nagrewie tokami wysokoї czieżtoty. LIIZT. Leningrad 1979.
- [4] Volk Willam: Statystyka stosowana dla inżynierów. WNT, Warszawa 1979.

Recenzent: Doc. dr inż. Zbigniew Ginalski

Wpłynęło do druku w styczniu 1990 r.

ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ ИЗНОСА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕСНЫХ ПАР

Р е з ю м е

В работе представлено разнообразие форм износа элементов профиля колесных пар подвижного состава.

На фоне подробного анализа процесса износа показаны существующие методы восстановления изношенного профиля а также их недостатки.

Особое внимание уделено вопросу так называемого технологически неоправданного износа и методам его устранения.

SELECTED PROBLEMS OF WEAR AND REGENERATION
OF RAILWAY WHEEL SETS

S u m m a r y

In the paper a course of the wear process of railway wheel sets on railway lines in great industrial plants is presented. The analysis of former regeneration methods of wheel profiles has been necessary to show the groundless wear and methods of its elimination.