

SYMPOZJON "MODELOWANIE W MECHANICE"

POLSKIE TOWARZYSTWO MECHANIKI TEORETYCZNEJ I STOSOWANEJ

Beskid Śląski, 1990

Jan Kosmol, Andrzej Sokołowski

Instytut Budowy Maszyn

Politechnika Śląska

METODYKA OCENY ZMIENNOŚCI SIŁ SKRAWANIA PRZY TOCZENIU ZESTAWÓW
KOLEJOWYCH

Streszczenie. W referacie przedstawiono próbę obiektywizacji wyników badań siły skrawania przy toczeniu zestawów kolejowych. Celem badań była ocena zmienności warunków skrawania przez pomiar siły skrawania. Do oceny zmienności sił skrawania przyjęto typowe statystyczne wskaźniki, jak: średnia, odchylenie standardowe, wartość maksymalna.

1. Wprowadzenie

W badaniach nad opracowaniem teoretycznych podstaw projektowania układów sterowania adaptacyjnego obrabiarek, zwłaszcza dla obróbki zgrubnej, występuje problem wyboru odpowiedniej wielkości mierzonej. Z technicznego punktu widzenia jest wygodny pomiar siły skrawania. W związku z tym pojawia się pytanie: na ile pomiar siły skrawania jest reprezentatywny dla oceny zmienności warunków skrawania oraz jakie parametry matematyczne z pomiarów siły skrawania obiektywizują tę ocenę.

W Instytucie Budowy Maszyn [1] prowadzone są prace nad identyfikacją warunków skrawania zestawów kolejowych przez przyrząd sił skrawania. Prace te mają pozwolić na sformułowanie koncepcji układu sterującego

procesem skrawania który umożliwiłaby optymalizację jego przebiegu. Na przykładzie tych badań przedstawiono próbę oceny zmienności sił skrawania w oparciu o subiektywnie przyjęte wskaźniki.

2. Istota obróbki zestawów kolejowych

Obróbka skrawaniem zestawów kolejowych należy do trudniejszych procesów technologicznych z powodu dużych wahań warunków skrawania. Jest to obróbka charakterystyczna dla kopiowania narzędziem punktowym. Przy czym w nowoczesnej praktyce kopiowanie jest zastąpione sterowaniem numerycznym. Na rys.1 przedstawiono zarys zestawu kolejowego podlegającego obróbce skrawaniem.



Rys.1. Zarys zestawu kolejowego i rozmieszczenie miejsc najbardziej zużytych

Cechą obróbki zestawów kolejowych przeznaczonych do regeneracji jest zmienność warunków obróbki wskutek:

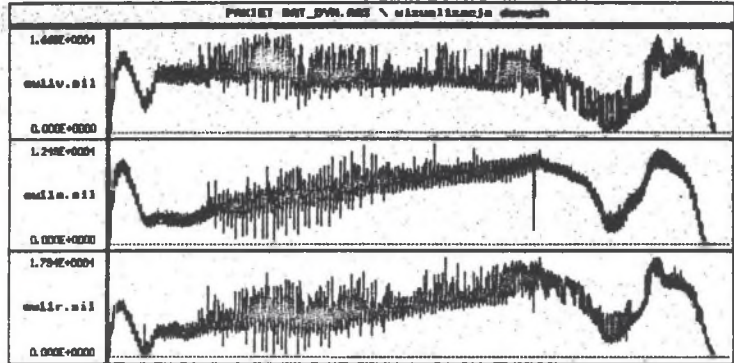
- wahań przekroju warstwy skrawanej spowodowanych znacznym i zróżnicowanym zużyciem bieżni koła,
- znaczących zmian geometrii skrawania spowodowanych kształtem obrabianej powierzchni (kąt przyłożenia narzędzia zmienia się w granicach 30 - 90°),
- znaczących, okresowych wahań przekroju warstwy skrawanej, spowodowanych niecentrycznym zamocowaniem osi koła,
- znaczących acz lokalnych zmian twardości materiału przedmiotu,

spowodowanych występowaniem lokalnych utwardzeń (poślizg koła na szynie i miejscowe zahartowanie) i powierzchni napawanych (obszar największego zużycia często jest regenerowany metodą napawania).

Wymienione zakłócenia powodują nadmierne i przyspieszone zużycie narzędzia, a także obrabiarki. Dlatego celowe jest opracowanie teoretycznych podstaw układów automatycznego sterowania procesem skrawania, które optymalizowałoby proces obróbki, a jednocześnie zabezpieczałoby układ OUPN przed niszczącym działaniem zakłóceń.

3. Badania sił skrawania przy toczeniu zestawów kolejowych

W ramach CPBP 02.04 [1] przeprowadzono badania eksperymentalne sił skrawania przy toczeniu zestawów kolejowych. Badania te przeprowadzono w warunkach przemysłowej eksploatacji tokarki kołowej UDA-112N, która znajduje się w Zakładach Naprawczych Taboru Kolejowego. Rejestrowano trzy składowe siły skrawania w trakcie normalnej, przemysłowej eksploatacji tej obrabiarki. Pomiar siły skrawania zrealizowano naklejając układ tensometrów na trzonku noża. Dzięki temu nie zmieniono w sposób zasadniczy cech eksploatacyjnych układu OUPN. Wyniki pomiarów rejestrowano na magnetofonie pomiarowym B&K 7003 (równoczesna możliwość rejestracji 4 sygnałów). Ogółem przebadano około 40 zestawów kołowych. Wyniki badań poddano dyskretyzacji komputerowej, wykorzystując system komputerowy PAS 8/1.0. Każdy pomiar (3 składowe siły) po dyskretyzacji reprezentowany był przez zbiór zawierający 5000 do 7000 liczb typu integer. Graficznym, przykładowym obrazem uzyskanych rezultatów badań jest rys. 2, na którym przedstawiono przebieg trzech składowych siły skrawania (głównej F_v , posuwowej F_s , odporowej F_r) wzdłuż bieżni całego zestawu kolejowego. Wybrany przykład jest typowy dla wszystkich rezultatów badań, ponieważ zawiera wyraźne (duże) wahania zarówno składowej wolnozmiennej (trendu) siły skrawania, jak i znaczne, impulsowe zmiany siły, spowodowane toczeniem lokalnych utwardzeń. Nawet pobieżna, wzrokowa ocena tych przebiegów wskazuje, że zmiana warunków obróbki, oceniona przez pryzmat sił skrawania, jest istotna.



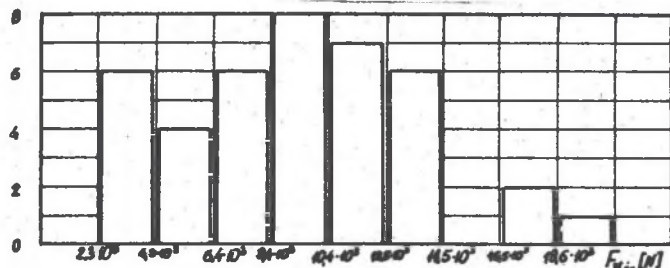
Rys. 2. Typowy przebieg siły skrawania przy toczeniu zestawów kolejowych

4. Wskaźniki zmienności sił skrawania w świetle uzyskanych rezultatów badań

Uzyskane wyniki badań pozwoliły na stwierdzenie, że:

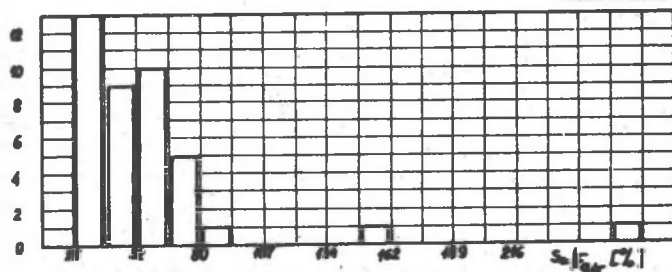
- zauważalna jest znaczna zmiana sił skrawania w odniesieniu do pojedynczego zestawu kolejowego (wzdłuż bieżni koła),
- zauważalne jest również znaczne zróżnicowanie sił skrawania pomiędzy kolejnymi zestawami kolejowymi, pomimo iż ich obróbka odbywała się z takimi samymi parametrami obróbkowymi,
- należy przyjąć takie wskaźniki do oceny zmienności sił skrawania, które wykrywałyby różnice pomiędzy zestawami dla każdego pojedynczego zestawu oddzielnie,
- należy uwzględnić taki dobór wskaźników, które reprezentowałyby wolnozmienny i dynamiczny (impulsowy) charakter siły skrawania. To rozróżnienie jest istotne dla opracowania koncepcji układu automatycznej regulacji procesu toczenia zestawów kolejowych.

Dla analizy porównawczej sił skrawania (składowej wolnozmiennej) pomiędzy poszczególnymi zestawami kolejowymi przyjęto średnią siłę z poszczególnych przebiegów. Na rys. 3 przedstawiono rozkład tak wyznaczonych średnich. Większość średnich mieści się w przedziale 1:8, co oznacza, że średnia siła skrawania pomiędzy losowo wybranymi zestawami kolejowymi może różnić się nawet 8-krotnie.



Rys.3. Rozkład średniej siły skrawania przy toczeniu zestawów

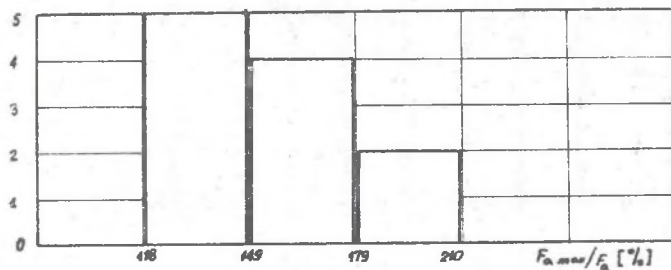
Oceny zmienności siły przy toczeniu pojedynczego zestawu dokonano przy pomocy odchylenia standardowego od średniej z próby. Na rys.4 przedstawiono rozkład takiego wskaźnika, ale odniesionego do wartości średniej (czyli procentowe, średnie odchylenie od średniej). Wskaźnik taki dobrze oddaje zmienność siły wzdłuż pojedynczego zestawu kolejowego, ale w odniesieniu do składowej wolnozmiennnej. W omawianym przypadku większość pomiarów mieściła się w granicach 25 - 70% wartości średniej, co wskazuje na fakt, iż wahania siły wzdłuż obrabianego profilu są rzędu średniej siły.



Rys.4. Rozkład względnego odchylenia standardowego przytoczeniu zestawów kolejowych

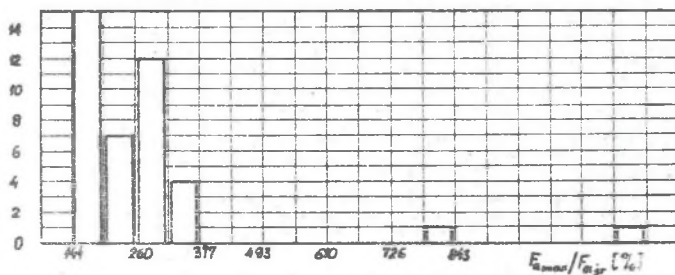
Dynamiczne zmiany siły skrawania, spowodowane głównie toczeniem lokalnych utwardzeń oceniono przez pryzmat maksymalnej ich wartości odniesionej do bieżącej wolnozmiennnej składowej siły skrawania. Rozkład takiego wskaźnika przedstawiono na rys.5. Wskaźnik ten jest charakterystyczny dla chwilowych (np. impulsowych) zmian siły jak np. przy toczeniu miejsc lokalnie utwardzonych. W rozpatrywanym przypadku większość pomiarów mieściła się w przedziale 118 - 210%, co oznacza, że

chwilowe (krótkotrwałe) zmiany siły skrawania przekraczały bieżącą wartość nawet dwukrotnie.



Rys. 5. Rozkład względnej maksymalnej siły skrawania przy toczeniu lokalnych utwardzeń

Charakter dynamiczny sił skrawania oceniono również poprzez maksymalną wartość siły (z całego, pojedynczego przebiegu), odniesioną do średniej siły z przebiegu (rys. 6). Wskaźnik ten może być bardziej wiarygodny, ponieważ ewentualny układ automatycznej regulacji siły skrawania byłby nastawiony na wartość średnią. W rozpatrywanym przypadku wskaźnik ten mieścił się w granicach 144 - 377%. Jest to bardzo znaczny rozrzut, charakterystyczny dla dużej zmienności sił skrawania.



Rys. 6. Rozkład względnej maksymalnej siły skrawania przytoczeniu zestawów kolejowych

5. Podsumowanie

W referacie przedstawiono próbę oceny zmienności siły skrawania przy toczeniu zestawów kolejowych. Dla obiektywizacji wyników badań eksperymentalnych przyjęto klasyczne wskaźniki statystyczne jak średnia,

odchylenie standardowe, wartość maksymalna, ale zmodyfikowane dla potrzeb analizy. Tak sformalizowane wskaźniki pozwalają na wiarygodną ocenę zmienności sił skrawania oraz na podjęcie decyzji o docelowym kształcie układów sterujących przebiegiem procesu skrawania.

LITERATURA

- [1] Badania zmienności siły skrawania na tokarkach kołowych. Sprawozdanie z pracy naukowo-badawczej NB-150/RMT-1/88, wykonanej w Instytucie Budowy Maszyn Politechniki Śląskiej w Gliwicach w ramach CPBP 02.04.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ КОЛЕСНЫХ ПАР

Резюме

В докладе представлена попытка анализа результатов исследований по определению сил резания при обработке колесных пар. Целью исследований является оценка изменения условий резания по измерению силы резания. Для оценки изменения сил резания принято следующие типовые статистические величины как среднее значение, стандартное отклонение и максимальное значение.

A METHOD OF VARIABILITY ESTIMATION OF CUTTING FORCE BEI TURNING WHEEL SETS

Summary

At the report a test objectivizing the results of cutting force research during turning wheel sets is presented. The variability estimation of cutting conditions bei measurement the cutting force was the research purpose. Average, standard deviation and maksimum are taken to estimation the variability of the cutting force.