

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

Nowoczesna obróbka mechaniczna stopów magnezu i aluminium

Modern mechanical working of magnesium and aluminium alloys

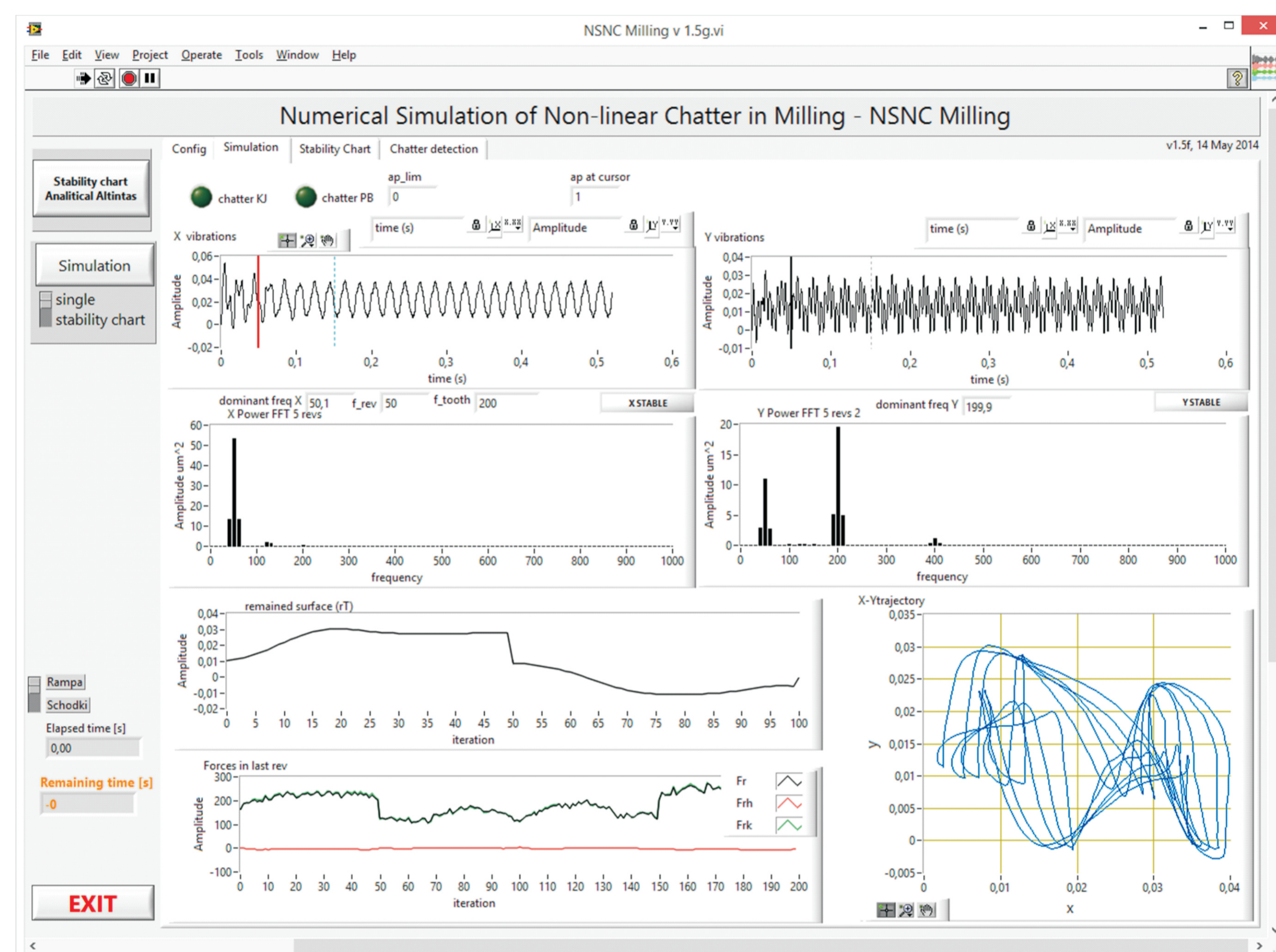
POLITECHNIKA LUBELSKA, POLITECHNIKA RZESZOWSKA, POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Wyniki badań Results

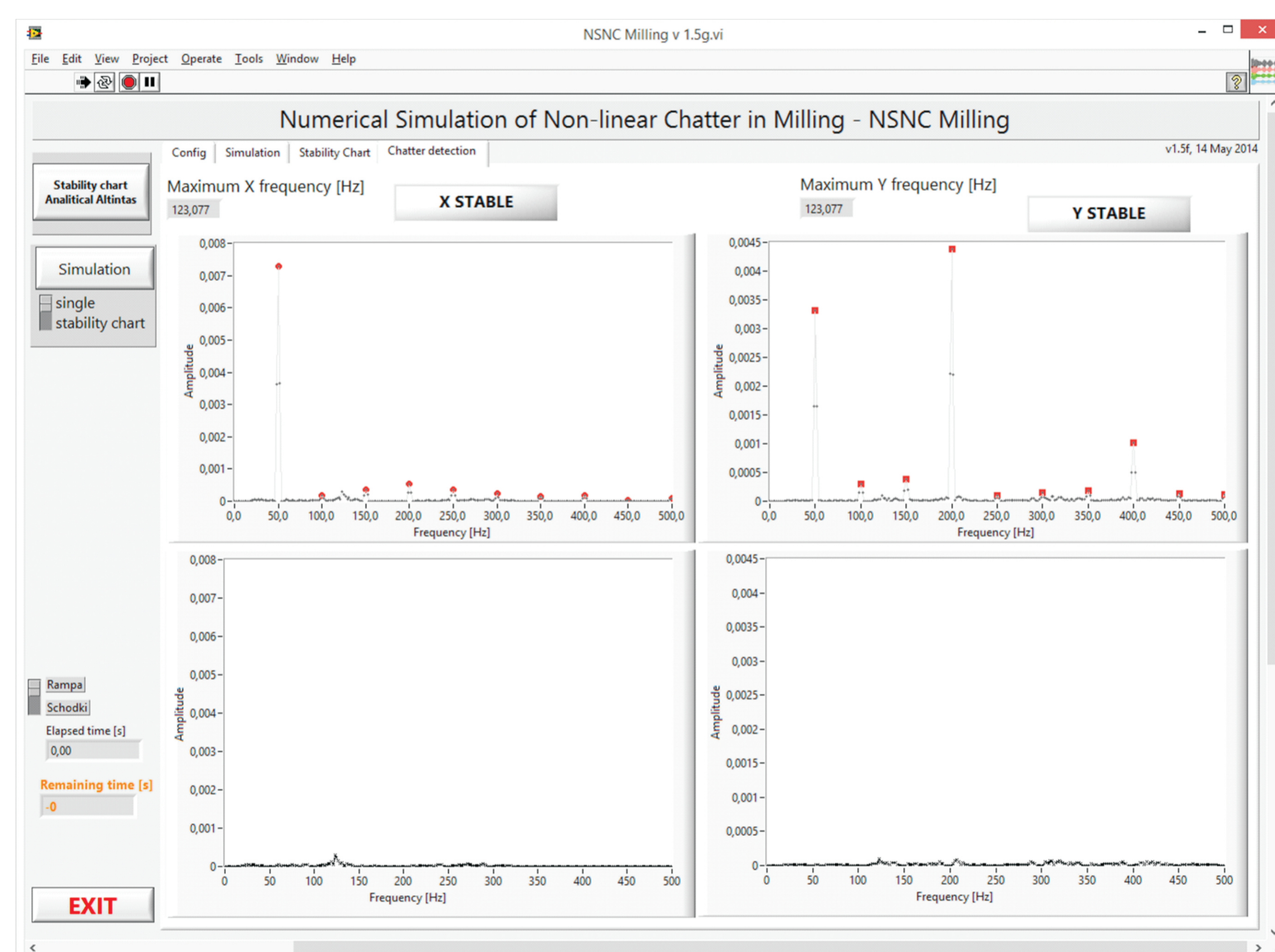
Metodyka oraz moduł oprogramowania do wykrywania symulowanych drgań samowzбудnych

Methods and software for chatter detection in milling

Rozpoznanie drgań samowzбудnych polega na rozpoznaniu częstotliwości przechodzenia ostrzy oraz częstotliwości obrotowej wrzeciona. Wymaganiem warunkiem jest odpowiednie rozpoznanie częstotliwości obrotowej wrzeciona, która może się różnić od zadanej. Opracowana metodyka oczyszczenia widma częstotliwościowego z rozpoznanych częstotliwości obrotowych oraz częstotliwości przechodzenia ostrzy i tym samym dokonuje oceny stabilności obróbki frezowaniem. Opracowany algorytm wykrywa rzeczywistą prędkość obrotową, oblicza częstotliwość obrotów oraz przechodzenia ostrzy oraz ich harmoniczne. Na tej podstawie dokonywana jest ocena stabilności co jest zaprezentowane poniżej.

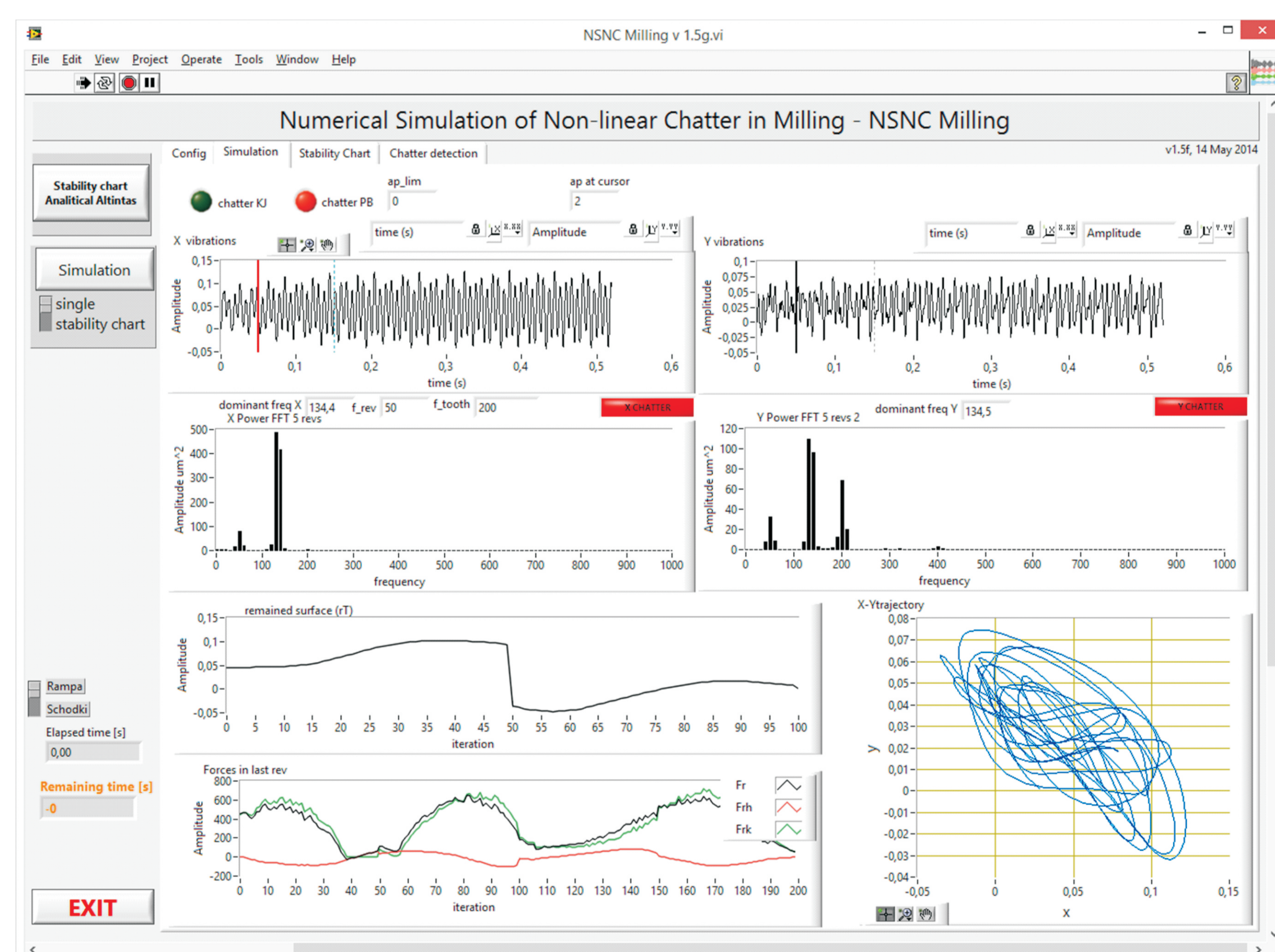


Rys.1. Wykrywanie drgań w pojedynczej symulacji – stan stabilny
Fig.1. Chatter detection in simulation - stable



Rys.2. Widmowe wykrywanie drgań – stan stabilny
Fig.2. Chatter detection in simulation - stable

Ocena stabilności dokonywana jest w dwóch osiach niezależnie co umożliwia rozpoznanie symulowanych drgań samowzбудnych jedynie w jednej osi.



Rys.3. Wykrywanie drgań w pojedynczej symulacji – stan niestabilny
Fig.3. Chatter detection in single simulation - unstable



Rys.4. Widmowe wykrywanie drgań – stan niestabilny
Fig.4. Chatter detection in single simulation - unstable

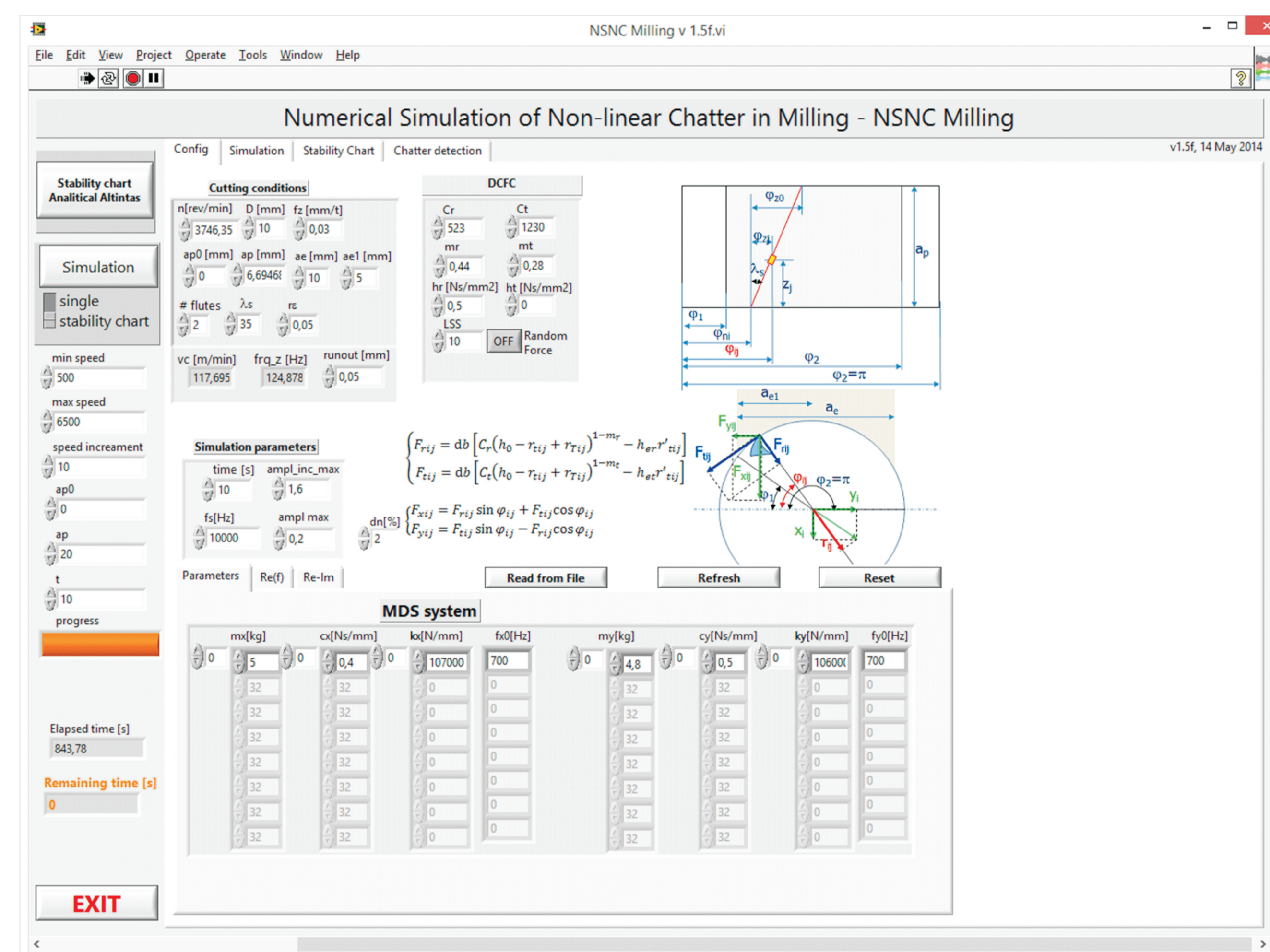
Metodyka i algorytm poszukiwania granicy stabilności

Method and algorithm for stability limit assessment

Metodyka poszukiwania granicy stabilności została opracowana na potrzeby rozbudowania oprogramowania. Opracowane zostały algorytmy oraz moduł oprogramowania dołączony do istniejącego już oprogramowania.

Skokowa metoda poszukiwania granicy stabilności polega na iteracyjnym znalezieniu granicznej głębokości skrawania poprzez kolejne zmniejszenia kroku a co za tym idzie zwiększenie dokładności określenia głębokości skrawania.

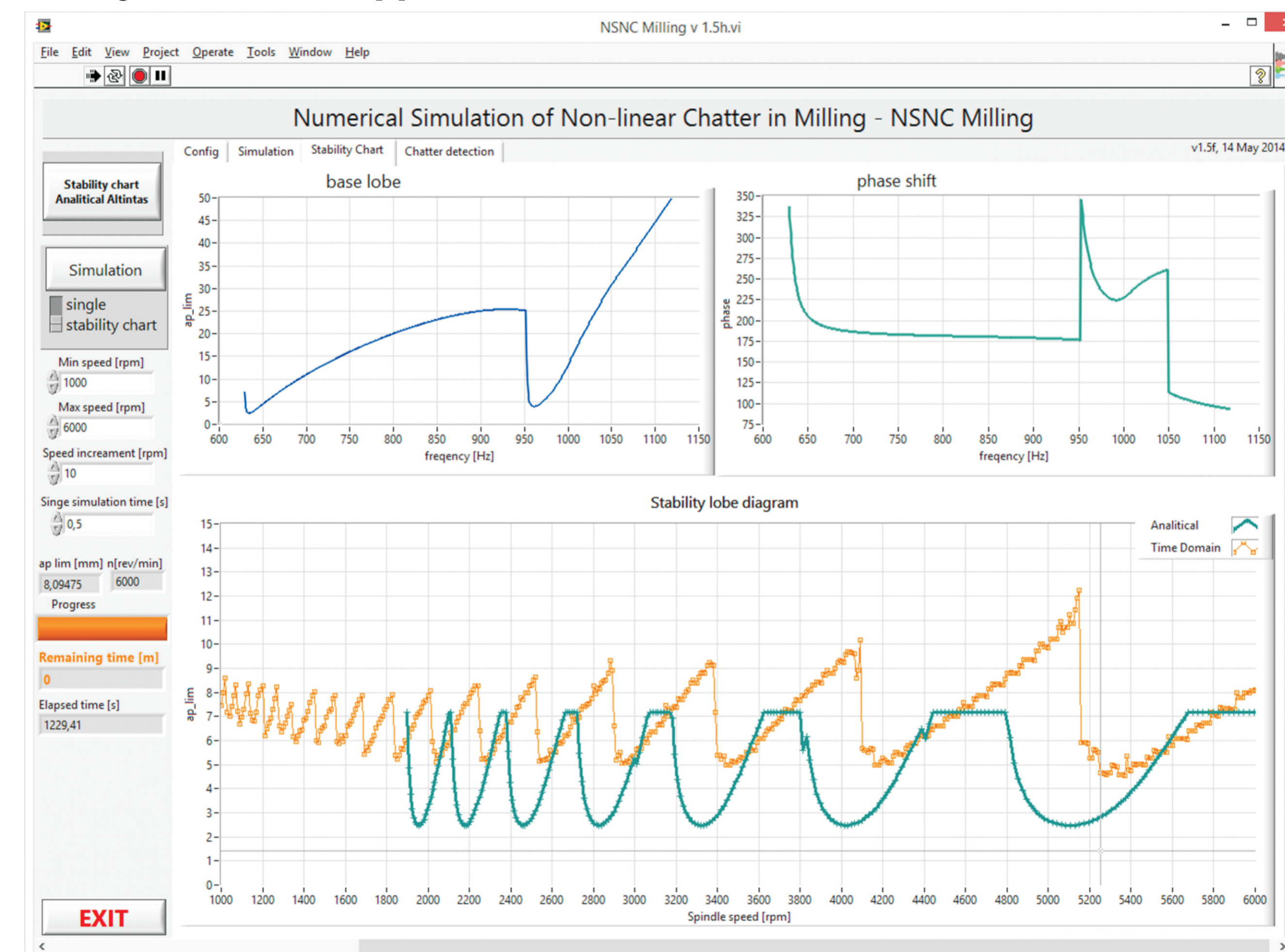
Uruchomienie modułu poszukiwania granicy stabilności następuje poprzez zmianę stanu przełącznika SINGLE na STABILITY CHART. Dane wejściowe do symulacji wprowadza się na panelu czołowym SIMULATION.



Rys.5. Parametry symulacji numerycznej
Fig.5. Numeric simulation parameters

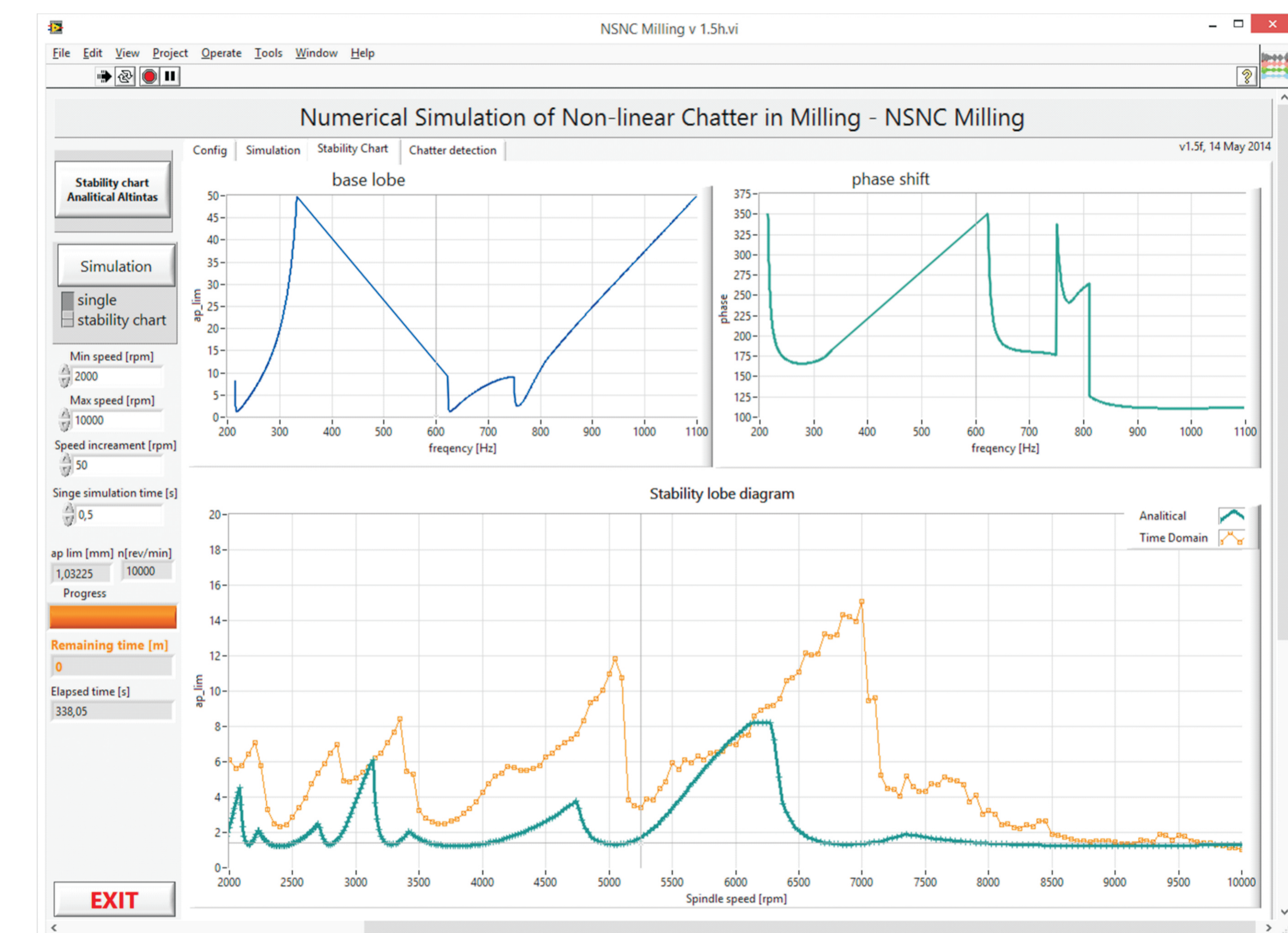
W opracowanym module poprzez panel czołowy użytkownik wprowadza następujące dane dotyczące poszukiwania krzywych workowych:

- Min speed [rpm]
- Max speed [rpm]
- Speed increment [rpm]
- Single simulation time [s]



Rys.6. Worek matka oraz krzywe workowe – analityczna oraz symulacyjna
Fig.6. Stability lobe diagram – analytical and time domain

Oprogramowanie wyświetla postęp procentowy poszukiwania granicy stabilności na pasku postępu oraz czas pozostały do zakończenia symulacji. Oprogramowanie po zakończeniu symulacji automatycznie dokonuje obliczenia krzywych workowych za pomocą metody analitycznej. Poniżej zaprezentowane zostały przykłady krzywych workowych uzyskanych za pomocą opracowanego oprogramowania.



Rys.7. Worek matka oraz krzywe workowe – analityczna oraz symulacyjna
Fig.7. Stability lobe diagram – analytical and time domain

Wnioski Conclusions

Opracowana metodyka oraz algorytmy na potrzeby poszukiwania granicy stabilności w symulacji numerycznej drgań samowzбудnych przy frezowaniu została z powodzeniem zaimplementowana w oprogramowaniu. Skokowa metoda poszukiwania granicy stabilności jest efektywniejsza obliczeniowo, niż metoda wykorzystująca rampę. Metoda skokowa jest w stanie z większą dokładnością wskazać graniczną głębokość skrawania, ze względu na proces rozwoju drgań samowzбудnych w czasie frezowania rampy dający w efekcie zawyżoną graniczną głębokość skrawania.

The developed methodology and algorithms for the purpose of stability limit estimation in the numerical simulation of self-excited vibrations during milling has been successfully implemented in the software. Iterative method of the stability limit estimation is computational more efficient than the method using the ramp. Iterative method is able to more accurately indicate the limit depth of cut, due to the development process of self-excited vibration during milling a ramp which overestimates a limit depth of cut.

Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym Collaboration with aviation industry

- Badania stanu obrabiarek za pomocą Analizy Modalnej
- Dobór warunków skrawania z wykorzystaniem symulacji drgań

Wskaźniki realizacji celów projektu Indicators of the project

Referaty

1. Jemielniak K., Nejman M., Śniegulska-Grądzka D.: *Identification of dynamic cutting force coefficients by direct measurement of cutting forces during vibratory cutting*. 9th AIRTEC 2014 International Congress, 28-30 Września 2014

Publikacje

1. Jemielniak K., Nejman M., Śniegulska-Grądzka D.: *Wyznaczenie dynamicznych współczynników sił skrawania poprzez bezpośredni pomiar siły skrawania w czasie występowania drgań*. VIII Konferencja Szkoły Obróbki Skrawaniem pt. SYNERGIA NAUKI Z PRZEMYSŁEM 17-19 września 2014 (złożone do druku)
2. Jemielniak K., Bąk P.A.: *SYMULACJA NUMERYCZNA DRGAŃ SAMOWZBUDNYCH PRZY FREZOWANIU*. VIII Konferencja Szkoły Obróbki Skrawaniem pt. SYNERGIA NAUKI Z PRZEMYSŁEM 17-19 września 2014 (złożone do druku)

Prace mgr, dr, hab.

Prace inżynierskie obronione:

- Piotr Bazydo *Urządzenie do kompensacji nieliniowości charakterystyk czujników*
Promotor: dr inż. Mirosław Nejman
- Tomasz Kapeluszy *Budowa wirtualnego generatora sygnałów analogowych i cyfrowych*
Promotor: dr inż. Mirosław Nejman
- Maciej Obiała *Badanie wpływu wysięgu wytaczaka, parametrów skrawania oraz mikrogeometrii płytki na powstawanie drgań samowzбудnych podczas obróbki wytaczaniem węglikowym*
Promotor: dr inż. Joanna Kossakowska

Prace inżynierskie planowane

- Karol Żurek *Przemysłowy system akwizycji danych pomiarowych*
Promotor: dr inż. Mirosław Nejman
- Mikołaj Rejmer *Pomiary i analiza sygnałów drgań oraz siły skrawania podczas toczenia*
Promotor: dr inż. Mirosław Nejman
- Maria Wróblewska *Rozszerzenie funkcjonalności programu LabVIEW SignalExpress w zastosowaniu do testowania torów pomiarowych o nieliniowych charakterystykach*
Promotor: dr inż. Mirosław Nejman

Prace doktorskie

Tytuł: *Selektor stabilnych prędkości obrotowych dla frezowania*
Autor: mgr inż. Piotr Andrzej Bąk
Promotor: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak
Status: praca przed otwarciem przewodu