

Штефан І.М., *наук. кер. Петраков Ю.В., д.т.н., професор*

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

e-mail: ingvarStef@gmail.com, yp-86@yandex.ua

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ РОЗТОЧУВАННІ ОТВОРІВ

Використання програмного забезпечення ANSYS для дослідження динамічних характеристик технологічної обробляючої системи (ТОС), зокрема перехідних характеристик розточувальної борштанги дозволяє отримати потрібні дані для оцінки якості всієї системи. Застосування ANSYS уже має місце в вітчизняній науці, зокрема проводився аналіз динамічного стану металообробної технологічної системи за допомогою якого виявляли резонансні частоти коливань елементів ТОС в залежності від частот обертання шпинделя [1]. В дослідженні був використаний апарат моделювання, але перехідні характеристики визначені не були, що не дозволяє характеризувати якість системи за швидкодією, сталістю чи перерегулюванням. Також, такий апарат моделювання використовувався у праці по підвищенню точності розточування отворів [2], де, поміж іншого, досліджувалось переміщення вершини різця в осьовому та радіальному напрямках, для подальшої корекції. Але, як і в попередньому випадку, перехідні характеристики визначено не було.

Метою даної роботи є визначення динамічних характеристик оправки борштанги, як маложорсткого елемента ТОС, при розточуванні отворів під дією імітованої сили різання, що виникає під час врізання інструменту, за допомогою скінченно-елементного аналізу в середовищі програмного забезпечення ANSYS 16.0.

Вихідними даними було прийняте силове збурення у вигляді радіальної складової сили різання $P_y=2000\text{Н}$ (чернове оброблення). За об'єкт дослідження була прийнята конструкція борштанги з вильотом різця на 300 мм від місця консольного закріплення на верстаті та діаметром 50 мм поперечного перерізу оправки. В середовищі модуля Ansys DesignModeler було отримано 3D-модель борштанги (рис.1), що і стало об'єктом для моделювання.

Наступні дії проводились за заданим алгоритмом модуля ANSYS – Transient Structural - вибрано матеріал оправки, узгоджено кінцеву геометрію об'єкта дослідження. Наступні кроки проведені в підмодулі Mechanical, де було прийнято глобальну систему координат, проведено консольне закріплення оправки, згенеровано сітку та задано умови дослідження, а саме – період дослідження, кількість етапів та тривалість етапів, за якими і фіксувалось змінення положення осі борштанги у часі.

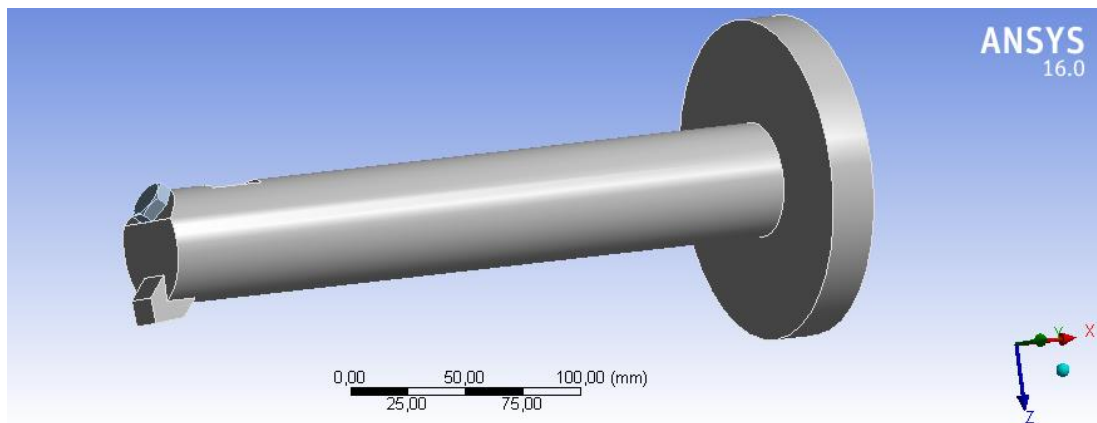


Рис.1. 3D-модель борштанги

Ступінчасту зміну збурення P_y прикладено до поверхні різальної кромки перпендикулярно осі інструмента. Узгодивши всі умови процесу, було проведено моделювання та отримано результати (рис.2).

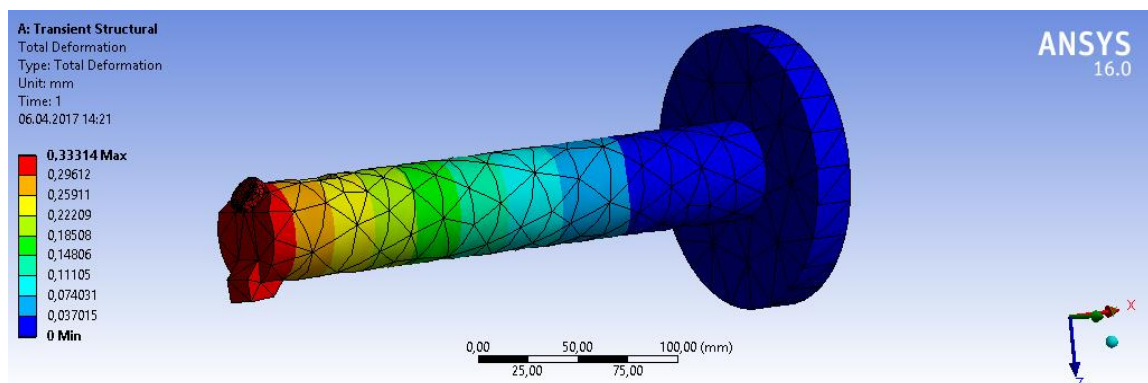


Рис.2. Результат моделювання переміщення вершини різця

Також отримано графік (рис.3), що і представляє перехідну характеристику борштанги за переміщенням вершини різця в часі на кожному з заданих часових кроків.

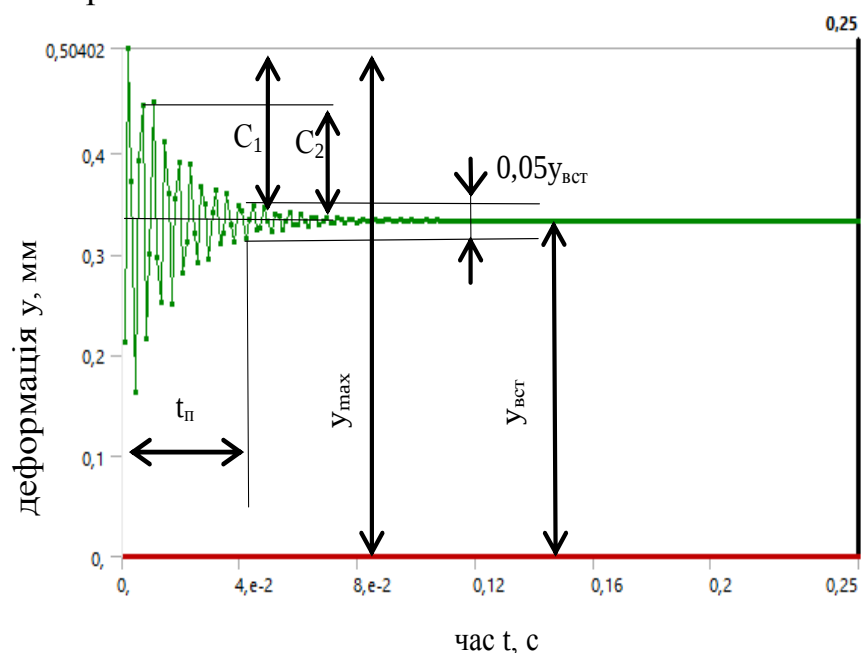


Рис.3. Перехідна характеристика борштанги, отримана у середовищі ANSYS

За отриманою характеристикою можна визначити параметри динамічної якості борштанги. Швидкодія системи оцінюється часом перехідного процесу. Цей час визначається за моментом, коли крива перехідної характеристики входить у коридор $\pm 5\%$ від значення, що встановилось, і більше не виходить з нього. Схильність системи до коливань, а отже, і запас сталості, можуть бути оцінені за максимальним значенням вихідної величини $y_{\max}$ перехідної характеристики [3]. Для порівняння систем використовують відносну величину, що називають перерегулюванням:

$$\sigma = \frac{y_{\max} - y_{\text{вст}}}{y_{\text{вст}}} 100\% = \frac{0,504 - 0,33}{0,33} 100\% = 52,7\% .$$

Важливим показником для оцінки системи на сталість з кривої перехідних характеристик є затухання за період, яке визначається за формулою:

$$\zeta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} 100\% = \frac{0,171 - 0,1377}{0,171} 100\% = 19,4\% .$$

Перехідна характеристика за отриманим перерегулювання і затуханням за період свідчить про недостатню динамічну якість борштанги. Отже, результати дослідження можуть бути використані при моделюванні всього процесу розточування, де борштанга є частиною ТОС, ще на стадії проектування ТП і внесення змін в нього, щоб при реалізації процесу оброблення отримати задовільні показники якості поверхні.

Список використаних джерел:

1. Залога В. О., Шаповал Ю. В., Дрофа К. А. Скінчено-елементний аналіз динамічного стану металообробної технологічної системи [Текст] / К. - Технологический аудит и резервы производства — № 3/1 (29), 2016.- С. 33-39.
2. В.Б. Струтинский, В.Н. Тихенко Повышение точности растачивания отверстий на отделочно-расточных станках / Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць № 34. Тематичний випуск: Технології в машинобудуванні. – Харків, 2008.
3. Петраков Ю. В. Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням: Навчальний посібник. – Київ: УкрНДІАТ, 2003.- 383с.